

**SEAMLESS STEEL TUBE FOR MACHINE STRUCTURAL USE EXCELLENT IN  
MACHINABILITY, HOT WORKABILITY AND TOUGHNESS**

**Patent number:** JP2001323338  
**Publication date:** 2001-11-22  
**Inventor:** OKA MASAHARU; SAKAMOTO TOSHIHARU  
**Applicant:** NIPPON STEEL CORP  
**Classification:**  
- international: C22C38/00; C22C38/06; C22C38/58  
- european:  
**Application number:** JP20000139058 20000511  
**Priority number(s):**

**Abstract of JP2001323338**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a seamless steel tube for machine structured use excellent in machinability, also having excellent hot workability in a Mannesman's is rolling method and further excellent in toughness.

**SOLUTION:** This seamless steel tube for machine structural use excellent in machinability, hot workability and toughness has a composition containing, by mass, 0.02 to 0.60% C,  $\leq 0.5\%$  Si, 0.3 to 2.0% Mn,  $\leq 0.04\%$  P, 0.01 to 0.04% S,  $\leq 0.006\%$  Al, 0.005 to 0.015% N and 0.0005 to 0.015% Mg and further containing, if required, one or more kinds selected from 0.01 to 2.0% Cr, 0.01 to 5.0% Ni, 0.01 to 2.0% Mo, 0.01 to 2.0% Cu and 0.5 to 3.0% V, and the balance Fe with inevitable impurities.

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

**Family list**

**1** family member for:

**JP2001323338**

Derived from 1 application.

- 1 SEAMLESS STEEL TUBE FOR MACHINE STRUCTURAL USE  
EXCELLENT IN MACHINABILITY, HOT WORKABILITY AND  
TOUGHNESS**

Publication info: **JP2001323338 A** - 2001-11-22

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-323338

(P2001-323338A)

(43) 公開日 平成13年11月22日 (2001. 11. 22)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マ-ト* (参考)
C 2 2 C 38/00	3 0 1	C 2 2 C 38/00	3 0 1 Z
38/06		38/06	
38/58		38/58	

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願2000-139058 (P2000-139058)

(22) 出願日 平成12年 5 月11日 (2000. 5. 11)

(71) 出願人 000006655

新日本製鐵株式会社

東京都千代田区大手町 2 丁目 6 番 3 号

(72) 発明者 岡 正春

北九州市戸畑区飛幡町 1 - 1 新日本製鐵

株式会社八幡製鐵所内

(72) 発明者 坂本 俊治

北九州市戸畑区飛幡町 1 - 1 新日本製鐵

株式会社八幡製鐵所内

(74) 代理人 100062421

弁理士 田村 弘明 (外 1 名)

(54) 【発明の名称】 被削性、熱間加工性、韌性に優れた機械構造用継目無鋼管

(57) 【要約】

【課題】 被削性に優れかつ、マンネスマン圧延法による製造が可能な優れた熱間加工性を有し、さらに韌性に優れた機械構造用継目無鋼管を提供する。

【解決手段】 質量%で、C : 0.02~0.60、Si : 0.5以下、Mn : 0.3~2.0、P : 0.04以下、S : 0.01~0.04、Al : 0.006以下、N : 0.005~0.015、Mg : 0.0005~0.015 を含有し、更に必要に応じて、Cr : 0.01~2.0、Ni : 0.01~5.0、Mo : 0.01~2.0、Cu : 0.01~2.0、W : 0.5~3.0、の 1 種または 2 種以上を含有し、残部が Fe 及び不可避免の不純物からなることを特徴とする被削性、熱間加工性、韌性に優れた機械構造用継目無鋼管。

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】 質量%で、

C : 0.02~0.6、

Si : 0.5以下、

Mn : 0.3~2.0、

P : 0.04以下、

S : 0.01~0.04、

Al : 0.006以下、

N : 0.005~0.015、

Mg : 0.0005~0.015

を含有し、残部がFe及び不可避免的不純物からなることを特徴とする被削性、熱間加工性、韌性に優れた機械構造用継目無鋼管。

## 【請求項2】 質量%で、

C : 0.02~0.6、

Si : 0.5以下、

Mn : 0.3~2.0、

P : 0.04以下、

S : 0.03~0.04、

Al : 0.006以下、

N : 0.010~0.015、

Mg : 0.0005~0.015

を含有し、残部がFe及び不可避免的不純物からなることを特徴とする被削性、熱間加工性、韌性に優れた機械構造用継目無鋼管。

## 【請求項3】 請求項1または2に記載の成分に加え

て、さらに質量%で、

Cr : 0.01~2.0、

Ni : 0.01~5.0、

Mo : 0.01~2.0、

Cu : 0.01~2.0、

W : 0.5~3.0

の1種または2種以上を含有することを特徴とする請求項1または2に記載の被削性、熱間加工性、韌性に優れた機械構造用継目無鋼管。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、被削性、熱間加工性、韌性に優れた機械構造用継目無鋼管に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】切削加工の自動化、高効率化の進展に伴い、切削加工を施して製品とされる各種シリンダ等の管状部品の素材として、切り屑処理性などの被削性に優れた継目無鋼管の需要が増大している。機械構造用継目無鋼管は、低コストで大量生産が可能なマンネスマン方式の圧延法によって継目無管に製管されるのが通例であるが、マンネスマン圧延法は、熱間加工方法の中でも最も苛酷な加工方法として知られている。

【0003】被削性に優れた鋼材としては、硫黄及び硫

黄複合快削鋼鋼材がJIS G4804に規格化されているが、熱間加工性に有害な元素であるS(0.08~0.40%)を多量に含むため、マンネスマン圧延法によって製管する際、割れが発生することがあった。そのため、マンネスマン圧延法により被削性に優れた継目無鋼管を製造することは困難であった。

【0004】このような圧延中の割れ問題に対して、特公昭60-35205号公報に見られるように、穿孔圧延前にビレットの穿孔開始側端面に普通鋼を接合し、この接合普通鋼を先導として穿孔圧延を行う技術や、特公平5-39687号公報に見られるように、穿孔圧延前にビレットの穿孔開始側端面の外周面にテーバー加工を施し、ビレットの穿孔開始側端面の外周寸法が圧延機のロール間の開度寸法以下とする技術が提示されてきている。

【0005】これらの方法はいずれも穿孔開始側端面の割れの発生を防止しようとするものであり、割れ防止のために相応の効果を期待できるが、快削鋼の熱間加工に伴う割れの問題を完全に解決するものではない。また前者の方法においては、ビレットの溶接及び穿孔圧延終了後に普通鋼を除去する工程が必要であるため、生産性が低下する問題がある。また後者の方法においても、ビレットの穿孔開始側端面の外周面にテーバー加工を施す必要があり、生産性が低下する問題がある。

【0006】このように、従来提示されてきた技術では、快削鋼をマンネスマン圧延法によって継目無管に製管する時に発生する割れの問題を、生産性を阻害することなく解決することが困難であった。また、硫黄及び硫黄複合快削鋼鋼材はSを多量に含有するため、粗大なMnSを生成し、韌性が低いという問題があった。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上記したような問題点を解決しようとするものであって、被削性に優れ、かつマンネスマン圧延法による製管が可能な優れた熱間加工性を有し、さらに韌性に優れた機械構造用継目無鋼管を提供することを目的とする。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】本発明者らは、成分の異なる種々の素材に対して熱間加工性と被削性について研究を重ねた結果、本鋼種においてはSを通常の硫黄系快削鋼よりも大幅に少ない0.01~0.04%の範囲とし、これにNを0.005~0.015%複合添加し、さらにAlを0.006%以下とすることにより、熱間圧延時の割れの問題を生じることなく、マンネスマン方式の熱間圧延法によって継目無管に製管することが可能であり、かつ切り屑処理性などの被削性は必要とするレベルを十分満足できることを知見した。

【0009】前記鋼はS量を低減しているため、従来の硫黄及び硫黄複合快削鋼鋼材に比べれば韌性が向上している。しかしながら、市場の要求レベルに比べれば不十

分であるという問題があった。そこで本発明者らは、靱性を向上させる方法について研究を重ねた結果、S、N、Alの含有量を上記のように限定した鋼に適量のMgを添加することにより、熱間加工性と被削性を劣化させることなく靱性を向上させることができることを見出

C : 0.02~0.6、  
Mn : 0.3~2.0、  
S : 0.01~0.04、  
N : 0.005~0.015、Mg : 0.0005~0.015

を含し、残部がFe及び不可避免的不純物からなることを特徴とする被削性、熱間加工性、靱性に優れた機械構造用縦目無鋼管。

C : 0.02~0.6、  
Mn : 0.3~2.0、  
S : 0.03~0.04、  
N : 0.010~0.015、Mg : 0.0005~0.015

を含有し、残部がFe及び不可避免的不純物からなることを特徴とする被削性、熱間加工性、靱性に優れた機械構造用縦目無鋼管。

Cr : 0.01~2.0、  
Mo : 0.01~2.0、  
W : 0.5~3.0

の1種または2種以上を含有することを特徴とする前記(1)または(2)に記載の被削性、熱間加工性、靱性に優れた機械構造用縦目無鋼管。

【0011】

【発明の実施の形態】以下、本発明について詳細に説明する。まず、本発明における非調質高強度縦目無鋼管の成分限定理由について説明する。成分含有量は質量%である。C : Cは鋼の強度を増加させる元素として添加されるものである。0.02%未満では構造用鋼に必要な強度の確保が困難であり、0.6%を超える過剰の添加は靱性や溶接性を著しく劣化させる。従って、C含有量は0.02~0.6%とした。

【0012】Si : Siは製鋼工程において脱酸剤として添加され残存する元素である。0.5%を超えて含有されると靱性及び被削性が劣化することから、上限を0.5%とした。

【0013】Mn : MnはSと結合してMnSを形成し被削性を向上させる元素であり、また、Sによる熱間加工性の劣化を防止する元素である。0.3%未満ではそれらの効果を有効に発揮させることができず、2.0%を超える多量の添加は靱性を劣化させる。従ってMn含有量は0.3~2.0%とした。

【0014】P : Pは粒界に偏析して粒界強度を低下させ、靱性を劣化させる不純物元素であり、可及的低レベルが望ましいが、現状精錬技術の到達可能レベルとコストを考慮して、上限を0.04%とした。

【0015】S : SはMnと結合してMnSを形成し、被削性を向上させる元素である。その効果は0.01%未満では発現されないため下限を0.01%とした。ま

した。

【0010】本発明はこのような知見に基づいて構成したものであり、その要旨とするところは以下の通りである。

(1) 質量%で、

Si : 0.5以下、  
P : 0.04以下、  
Al : 0.006以下、  
Mg : 0.0005~0.015

用縦目無鋼管。

(2) 質量%で、

Si : 0.5以下、  
P : 0.04以下、  
Al : 0.006以下、  
Mg : 0.0005~0.015

(2) 前記1または2に記載の成分に加えて、さらに質量%で、

Ni : 0.01~5.0、  
Cu : 0.01~2.0、

た、Sは熱間加工性を劣化させる元素でもあり、0.04%を超えると熱間圧延時に割れが発生するため、上限を0.04%とした。なお、SとNの複合添加による被削性向上効果をより有効に発揮させるためには、S含有量は0.03~0.04%であることが望ましい。

【0016】Al : Alは製鋼工程において脱酸剤として添加され残存する元素であるが、AlNの析出により固溶Nによる被削性向上効果を低減するうえ、熱間加工性を劣化させるので、上限を0.006%とした。

【0017】N : NはSとの相乗作用によって被削性を向上させる元素である。これは鋼中に存在する固溶Nが切削加工温度域で転位に固着するため、強度が増加し、伸び、絞りが増加して脆くなる靱性脆化が起るためである。その効果は0.005%未満では発現されず、0.015%を超えて添加すると熱間加工性が劣化することから、N含有量を0.005~0.015%とした。なお、SとNの複合添加による被削性向上効果をより有効に発揮させるためには、N含有量は0.01~0.015%であることが望ましい。

【0018】Mg : Mgは微細な酸化物を形成しMnSの析出核となることにより、MnSを微細分散させ、粗大なMnSの形成を抑制し、靱性を向上させる有効な元素である。その効果は0.0005%未満では発現されず、0.015%を超えて添加すると粗大な酸化物を形成し靱性が劣化することから、Mg含有量を0.0005~0.015%とした。好ましくは0.01%を上限とする。

【0019】以上が本発明鋼の基本成分であり、通常は上記以外はFe及び不可避免的不純物からなるが、所望の

強度レベルやその他の必要特性に応じて、Cr、Ni、Mo、Cu、Wの1種または2種以上を含有してもよい。Cr、Ni、Mo、Cu:Cr、Mo、Cuはいずれも鋼の強度を向上させる有効な元素である。その効果はそれぞれ0.01%未満では発現されず、それぞれ2.0%を超える過剰の添加は靱性を劣化させる。従って、Cr、Mo、Cuの含有量をいずれも0.01~2.0%とした。

【0020】Niは鋼の強度と靱性を向上させる有効な元素である。その効果は0.01%未満では発現されず、5.0%を超えて過剰に添加しても効果が飽和するため、経済性を考慮してNi含有量を0.01~5.0%とした。

【0021】Wは鋼の強度を向上させる有効な元素である。その効果は0.5%未満では発現されず、3.0%を超える過剰の添加は靱性を劣化させる。従ってW含有量を0.5~3.0%とした。

【0022】本発明鋼は、主にマンネスマン方式の熱間圧延法によって継目無管に造管される。ここでいうマンネスマン方式の熱間圧延法とは、通常の継目無鋼管製造のための熱間圧延法で、矩形断面もしくは丸断面の製管用素材を用い、プレスロール穿孔機あるいはマンネスマン穿孔機により穿孔した後、必要に応じて傾斜圧延機(エロンゲータミル)により肉厚を減じると共に、長さ

を伸ばす延伸圧延が行われ、さらに必要に応じて絞り圧延機(ホローシェールデューサー)で外径を絞り、さらにマンドレルミルあるいはプラグミルで肉厚を調整し、必要に応じてリーラーミルで摩管を行い、再加熱炉により所定の温度に加熱され、最終仕上圧延機(ストレッチデューサーあるいはサイザーミル)で所定の外径に成形することにより造管していく一連のプロセスである。

【0023】

【実施例】表1に示す組成の217mm×217mm断面の連続鍛造鋼片を、マンネスマン方式の熱間圧延法によって継目無管に造管した。圧延後、室温まで冷し、熱間圧延ままの鋼管の表面疵発生状況及び衝撃特性を調査した。衝撃特性はシャルピー試験により21℃での吸収エネルギーで評価した。また、NC旋盤を用いて上記鋼管の切削試験を行い、切屑処理性を評価した。結果を表1に併せて示す。

【0024】なお切削試験は、切削速度100m/min、切り込み0.75mm、送り0.03~0.27mm/revの切削条件で、超鋼バイトを用いて行い、切屑を採取した。切屑処理性は切屑長さが50mm以下となる条件数の全条件数に対する百分率で示した。この値が高いほど切屑処理性が良好である。

【0025】

【表1】

符号	化学成分												
	C	Si	Mn	P	S	Al	N	Mg	Cr	Ni	Mo	Cu	W
1	0.15	0.22	0.51	0.008	0.039	0.0028	0.0125	0.0028	-	-	-	-	-
2	0.13	0.31	0.48	0.012	0.032	0.0054	0.0141	0.0032	0.5	-	-	0.5	-
3	0.22	0.15	0.62	0.005	0.023	0.0034	0.0082	0.0015	-	0.6	-	-	-
4	0.26	0.38	0.85	0.024	0.014	0.0042	0.0098	0.0042	-	-	0.5	-	0.6
5	0.18	0.25	0.53	0.015	0.002	0.0032	0.0062	0.0001	-	0.3	-	-	-
6	0.23	0.32	0.45	0.021	0.005	0.0051	0.0075	0.0025	0.2	-	-	-	-
7	0.27	0.18	0.62	0.032	0.026	0.0038	0.0025	0.0001	-	-	0.4	-	-
8	0.32	0.37	0.78	0.017	0.023	0.0385	0.0088	0.0001	-	-	-	0.3	-
9	0.25	0.25	0.61	0.023	0.043	0.0035	0.0031	0.0001	-	-	-	-	0.6
10	0.36	0.33	0.53	0.015	0.062	0.0057	0.0116	0.0001	-	-	-	-	-

符号	表面疵発生率(%)	切屑処理性(%)	VE <sub>21</sub> (J)	区分
1	2	100	155	本発明例
2	1	100	162	本発明例
3	1	80	175	本発明例
4	1	80	172	本発明例
5	0	0	72	比較例
6	1	20	151	比較例
7	3	30	63	比較例
8	2	30	60	比較例
9	70	60	58	比較例
10	85	70	51	比較例

【0026】表1より、本発明例(No. 1~4)では表面疵発生率が低く、かつ切屑処理性及び靱性が良好であることが明らかである。さらに、本発明例の中でS量が0.03~0.04%、N量が0.01~0.015%の範囲にあるもの(No. 1, 2)は、特に優れた切屑処理性を示すことがわかる。

【0027】一方、S量が0.01%未満である比較例(No. 5, 6)や、S量は本発明範囲内であるが、NまたはAlの量が本発明で示した成分範囲から逸脱して

いる比較例(No. 7, 8)では、表面疵発生率は低い切屑処理性に劣ることがわかる。また、S量が0.04%を超える比較例(No. 9, 10)では、切屑処理性は比較的良好であるが表面疵発生率が高いことがわかる。また、Mg量が本発明で示した成分範囲から逸脱している比較例(No. 5, 7, 8, 9, 10)では、靱性に劣ることがわかる。

【0028】以上より、S、N、Al、Mgの量を本発明で示した成分範囲に特定することにより、表面疵の発

生率は低く、かつ切屑処理性及び靱性が良好である機械  
構造用継目無鋼管が得られることが明らかである。

【0029】

【発明の効果】 以上のように本発明によれば、被削性に

優れ、かつマンネスマン圧延法による製造が可能な優れた熱間加工性を有し、さらに靱性に優れた機械構造用継  
目無鋼管が得られる。